



Le traitement visuel est-il impliqué dans l'acquisition de l'orthographe lexicale ?

Nathalie Chaves, Marie-Line Bosse, Pierre Largy

► To cite this version:

Nathalie Chaves, Marie-Line Bosse, Pierre Largy. Le traitement visuel est-il impliqué dans l'acquisition de l'orthographe lexicale ?. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 2010, 107-108, pp.133-141. hal-00825972

HAL Id: hal-00825972

<https://hal.science/hal-00825972>

Submitted on 25 May 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le traitement visuel est-il impliqué dans l'acquisition de l'orthographe lexicale ?

Nathalie Chaves,* Marie-line Bosse,** & Pierre Largy*

*Laboratoire de Psychologie du Développement et Processus de Socialisation – EA 1687, Université Toulouse II
le Mirail – Toulouse, France

**Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition - CNRS UMR 5105, Université Pierre Mendès France –
Grenoble, France

Résumé

Cet article présente d'abord un rappel des connaissances actuelles concernant l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales. Une recherche expérimentale d'auto-apprentissage est ensuite présentée, dans laquelle l'influence du traitement visuel sur les acquisitions orthographiques a été étudiée. Pendant la phase d'apprentissage, certains items étaient présentés de façon à permettre un traitement visuel simultané de toutes les lettres du mot (c.-à-d. un traitement visuel “mot entier”), d'autres pas. Les résultats montrent que, au delà du décodage, le traitement visuel simultané de toutes les lettres d'un mot lu favorise l'acquisition de l'orthographe spécifique de ce même mot.

Abstract

First, the paper reviews knowledge about lexical orthographic acquisition. Then, an experimental study using the self-teaching paradigm is presented. It aimed at studying the relationship between visual processing and lexical orthographic acquisition. During the learning phase, some items were presented with the whole letter-string available at once (i.e., with the possibility of a “whole word” visual processing), whereas for other items sublexical units were discovered one at time. Results showed that beyond decoding, the ability to process the entire orthographic letter string at once during reading seems to be a second condition for efficient orthographic learning.

Mots clés : acquisition de l'orthographe; traitement visuel; auto-apprentissage, lecture

Keywords : orthographic acquisition; visual processing ; self-teaching ; reading

INTRODUCTION

Apprendre à lire et à écrire les mots implique l'acquisition d'au moins deux types de connaissances. Il faut avoir acquis le décodage qui permet de lire tous les mots nouvellement rencontrés et produire une orthographe phonologiquement plausible. Il est également nécessaire d'acquérir des connaissances orthographiques lexicales pour lire rapidement et sans effort et produire une orthographe conventionnelle correcte. Alors que l'acquisition du décodage a été largement étudiée ces dernières années, nos connaissances sur l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales restent encore parcellaires et sont une question centrale dans la littérature actuelle (Castles & Nation, 2006, 2008). Cet article vise à faire le point sur cette problématique très particulière de l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales, puis à rapporter quelques résultats récents sur le rôle du traitement visuel « mot entier » dans cette acquisition.

Les connaissances orthographiques lexicales

Définissons d'abord la notion de « connaissances orthographiques lexicales ». Les connaissances orthographiques d'un adulte expert sont de diverses natures. Il connaît un certain nombre de règles d'orthographe, apprises pour la plupart de façon explicite, à l'école ou dans les ouvrages d'orthographe, qui lui permettent par exemple de savoir qu'il faut écrire *gu* pour faire le son /g/ devant un *i* (les règles de correspondance entre phonèmes et graphèmes), ou qu'il faut accorder l'adjectif avec le nom auquel il se rapporte (règles d'orthographe dites grammaticales). Le lecteur expert est également sensible aux fréquences d'apparition des groupes de lettres dans la langue écrite (voir Pacton, Fayol, & Lété, 2008, pour revue), comme par exemple au fait qu'une consonne doublée est fréquente en milieu de mot mais pas en début. Il peut aussi s'appuyer sur ses connaissances de la morphologie des mots (e.g., Pacton & Casalis, 2006) et ainsi, par exemple, écrire correctement « *camp* » parce qu'il partage la même racine que « *campeur* » ou « *camper* ». Toutes ces connaissances fondamentales ne suffisent cependant pas pour un lecteur expert. Il a également besoin de connaissances orthographiques lexicales, c'est à dire de connaissances qui portent sur la forme orthographique précise de chacun des mots connus. Cet article portera spécifiquement sur l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales, qui sont le fondement de la procédure lexicale de lecture des mots (encore appelée selon les auteurs procédure directe ou d'adressage). Ces connaissances permettent la reconnaissance et la lecture correcte, rapide et sans effort, de tous les mots connus. Elles sont également indispensables à une production orthographique correcte, tout au moins pour les langues dont les correspondances phonèmes-graphèmes sont complexes et ne peuvent pas toujours être traduites en règles, comme le français (Véronis, 1988).

Mais que sait-on de la construction de ces connaissances ? Il semblerait qu'elles se construisent par l'établissement d'une association directe entre la forme écrite des mots et leur forme orale (Ehri, 2005; Share, 1995; Stanovich, 1993). En pratique, deux situations favorisent cette association, en mettant en présence simultanément les formes orale et écrite d'un même mot. Tout d'abord, la situation d'apprentissage dirigé et explicite (Share, 1995), dans laquelle l'enfant voit une forme écrite et où l'adulte, ou tout autre lecteur expert, lui en fait la lecture. C'est une situation classique en début d'apprentissage, lorsque l'enseignant lit les mots tout en les pointant du doigt pour diriger le regard de l'enfant sur ce qu'il est en train d'énoncer. Puis, quand l'enfant a acquis suffisamment de connaissances des correspondances

graphèmes -phonèmes, il devient capable de lire seul, et donc de produire seul la forme orale du mot qu'il voit. Cette situation, qualifiée d'auto-apprentissage (malgré le fait que le terme d'origine, « self-teaching » signifie plutôt « auto-enseignement »), est fréquente dès la première année d'école élémentaire et correspond à toute situation de lecture autonome tout au long de la vie.

Hypothèse d'auto-apprentissage : l'importance du décodage

L'hypothèse d'auto-apprentissage de Share (1995) suppose que l'auto-apprentissage est la principale condition d'acquisition de l'orthographe spécifique des mots. Selon cette hypothèse, l'enfant commence à mémoriser l'orthographe spécifique d'un mot à partir du moment où il a décodé correctement ce mot. La lecture-décodage (ou lecture par une procédure analytique) serait donc une condition sine qua non de l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales. Une conséquence importante de cette hypothèse est qu'on ne conçoit plus l'acquisition de l'orthographe lexicale comme dépendante d'un stade de développement (e.g., modèle de Frith, 1985), mais comme dépendante de l'expérience de l'enfant face à l'item. A partir du moment où l'enfant a pu produire correctement la forme orale d'un mot écrit, que ce soit par application des correspondances graphèmes-phonèmes, par analogie ou même avec l'aide du contexte, l'auto-apprentissage peut avoir lieu. Ainsi, l'hypothèse prévoit que l'orthographe de certains mots peut être mémorisée dès le début de l'apprentissage de la lecture.

Les études empiriques portant sur l'auto-apprentissage de l'orthographe lexicale ont débuté il y a une dizaine d'années (Share, 1999). Dans le paradigme proposé par Share (1999), les enfants doivent lire des pseudomots insérés dans de courtes histoires. Après un délai variable, les connaissances orthographiques de ces pseudomots sont testées par des tâches de reconnaissance lexicale, de dictée ou de vitesse de lecture. Toutes les études ayant utilisé ce paradigme confirment l'hypothèse selon laquelle la lecture-décodage est importante pour l'acquisition des connaissances orthographiques (pour une revue, Share, 2008). Ainsi, différents auteurs (Cunningham, Perry, Stanovich, & Share, 2002 ; Share 1999) ont montré que les enfants avaient acquis une connaissance orthographique des pseudomots rencontrés quelques jours avant, à condition de les avoir lus. Leur connaissance orthographique des items corrélait significativement avec leur capacité de décodage de ces mêmes items (voir aussi Cunningham, 2006). De plus, lorsque le décodage est perturbé par une situation de double tâche avec mobilisation de la boucle phonologique (e.g., l'enfant doit lire les pseudomots silencieusement tout en prononçant à voix haute une suite de syllabes sans signification), les connaissances orthographiques acquises sont moindres (Kyte & Johnson, 2006; Share, 1999). Tous ces résultats attestent de l'importance d'une lecture correcte pour acquérir l'orthographe lexicale des mots nouvellement rencontrés à l'écrit.

Hypothèse d'auto-apprentissage : quels autres facteurs ?

Cependant, il semble évident que la performance en décodage n'est pas le seul facteur impliqué dans l'apprentissage des connaissances orthographiques. Dès 1995, Share évoque deux composantes liées à l'auto-apprentissage : le décodage ou recodage phonologique, mais aussi les « facteurs orthographiques », qui restaient cependant mal définis et dont l'impact supposé était secondaire. A l'appui de l'influence de facteurs autres que le décodage dans l'acquisition de l'orthographe lexicale, plusieurs études montrent qu'une part importante de la différence d'acquisition de l'orthographe lexicale ne peut s'expliquer par le niveau de décodage (Cunningham, 2006; Cunningham et al., 2002). Share (2004) rapporte que des

enfants hébreux scolarisés en CP, avec un niveau de décodage correct, n'acquièrent pourtant pas l'orthographe des mots qu'ils lisent. Enfin, Nation, Angell, et Castles (2007) montrent, dans une analyse par item, que le décodage correct d'un item et l'acquisition des connaissances orthographiques de cet item ne vont pas toujours de pair. Un nombre conséquent d'items mémorisés orthographiquement n'avait pas été correctement lu, et à l'inverse un certain nombre d'items correctement lus n'a pas été mémorisé orthographiquement. Tout ceci suggère qu'il existerait d'autres facteurs, en plus du décodage, impliqués dans l'apprentissage de l'orthographe lexicale.

Quels seraient donc ces facteurs qui permettent à certains enfants de développer plus facilement que d'autres leurs connaissances orthographiques lexicales malgré un niveau de décodage équivalent ? Cette question a été abordée essentiellement dans des études corrélationnelles, pour identifier les facteurs expliquant une part de variance en auto-apprentissage indépendante de la part expliquée par le décodage. Selon ces études, ni l'aptitude cognitive générale (mesurée par le test de Raven) ni la rapidité d'accès au lexique oral (mesurée par une épreuve de dénomination rapide d'images) n'expliquent une part spécifique de la variance en auto-apprentissage (Cunningham, 2006; Cunningham et al., 2002). Share (2008) a mesuré la part de variance en auto-apprentissage, expliquée par différentes composantes cognitives. Il a comparé ces parts de variance expliquées selon le type d'orthographe employé : une orthographe transparente (l'hébreu pointé, dans lequel tous les phonèmes sont écrits) versus une orthographe plus opaque (l'hébreu non pointé, dans lequel la plupart des phonèmes vocaliques ne sont pas représentés à l'écrit). Alors que les variables phonologiques (e.g., décodage, conscience phonologique) expliquent majoritairement la variance en auto-apprentissage en hébreu pointé, les variables qu'il qualifie de visuelles-orthographiques (e.g., choix orthographique, détection des frontières des mots, recherche visuelle de symboles du WISC III, mémoire visuelle à court terme) expliquent majoritairement la variance en hébreu non pointé. Si ces données rappellent l'impact des variables linguistiques sur le traitement du langage écrit, elles confirment surtout l'importance, au moins pour les orthographes complexes, de facteurs autres que le décodage dans l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales. Malheureusement, elles ne permettent toujours pas d'être plus précis sur ce que serait ce facteur orthographique, car Share (2008) inclut dans sa variable visuelle-orthographique des composants aussi divers que les connaissances orthographiques préalables, la mémoire visuelle à court terme et la vitesse de traitement.

L'hypothèse selon laquelle les capacités de traitement visuel des mots seraient l'un de ces facteurs, a souvent été avancée (les auteurs parlent alors de traitement visuel-orthographique ; e.g., Cunningham et al., 2002 ; Share, 1995, 2008), mais reste peu étayée par des données empiriques. L'implication du traitement visuel dans l'acquisition des compétences orthographiques est suggérée dans une expérience de Martens et de Jong (2006). Ils ont présenté des mots écrits en casse mixte (e.g., PseUdOmoT), ce qui produit un effet de gêne attribué à l'interruption des unités visuelles multi-lettres (Mayall, Humphreys, & Olson, 1997). Cette interruption induirait un traitement sériel, lettres par lettres, et serait responsable d'un accroissement de la demande attentionnelle. Dans l'étude de Martens et De Jong (2006), lors de la phase d'apprentissage, les enfants devaient à plusieurs reprises lire des pseudomots présentés en casse mixte ou en minuscules. Après un délai, les pseudomots présentés en minuscules ont été mieux reconnus que ceux présentés en casse mixte. Ces résultats suggèrent que lorsque le traitement visuel multi-lettres est gêné, l'acquisition des connaissances

orthographiques est diminuée. Plus généralement, ils révèlent le rôle du traitement visuel multi-lettres dans l'apprentissage des connaissances orthographiques lexicales.

Hypothèse d'auto-apprentissage : importance du traitement visuo-attentionnel

Le modèle connexionniste de lecture MTM (Ans, Carbonnel, & Valdois, 1998) offre un cadre théorique pertinent pour mieux comprendre le rôle de ce traitement visuel multi-lettres dans l'apprentissage. La particularité du modèle est l'existence d'une fenêtre visuo-attentionnelle (FVA), de taille variable, à travers laquelle l'information orthographique est extraite. Ce modèle postule l'existence de deux modes de lecture, global et analytique. En mode de lecture global, l'ouverture de la FVA s'étend sur toute la longueur du mot. Dans ce cas, toutes les lettres du mot sont traitées simultanément, on peut alors parler de traitement visuel multi-lettres ou de traitement mot entier. C'est le mode utilisé pour lire les mots connus. Pour les mots nouveaux, le système utilise le mode analytique. Dans ce cas, l'ouverture de la FVA diminue pour restreindre le focus attentionnel à la première unité orthographique pertinente. La FVA est déplacée ensuite de gauche à droite, pour traiter l'unité orthographique pertinente suivante, et ainsi de suite jusqu'à la fin du mot. La capacité de traitement visuel simultané (c'est à dire la taille maximale de la FVA en mode global) peut être évaluée par l'empan visuo-attentionnel (EVA), défini comme le nombre d'éléments que l'on peut traiter visuellement et simultanément dans une configuration comprenant plusieurs éléments (Bosse, Tainturier et Valdois, 2007).

Bien que ce modèle n'ait pas été construit pour simuler l'apprentissage de la lecture chez l'enfant, il apporte un éclairage sur l'implication des processus visuo-attentionnels dans l'acquisition de l'orthographe lexicale (Valdois, Bosse, & Tainturier, 2004). Dans la phase d'apprentissage, une trace de l'orthographe lexicale d'un mot (i.e., une trace-mot) est créée chaque fois que les séquences orthographique et phonologique entières du mot sont traitées simultanément. L'apprentissage de l'orthographe lexicale se passe donc lors d'un traitement en mode global, c'est à dire avec une FVA étendue sur le mot entier, accompagné d'un traitement de la forme phonologique entière du mot. Chez l'enfant, cependant, la situation d'auto-apprentissage correspond à la rencontre de mots nouveaux, qui sont plus vraisemblablement lus par une procédure analytique. Dans ce cas, la FVA sera réduite pour traiter séquentiellement chaque unité orthographique du mot et produire chaque unité phonologique correspondante.

Comment, dans cette situation, envisager une acquisition orthographique lexicale telle que prédite par le modèle, c'est à dire permettre un traitement simultané des formes orthographique et phonologique entières ? On peut supposer que pour produire puis traiter la forme phonologique entière, les segments phonologiques produits lors de la lecture analytique doivent être maintenus en mémoire de travail verbale, puis assemblés. C'est ce qui semble se passer quand l'enfant, face à un mot nouveau, déchiffre et prononce chaque syllabe, puis assemble les syllabes et prononce le mot d'une traite. Mais pour que la forme orthographique entière puisse elle aussi être traitée simultanément, il faut que la FVA soit élargie à l'ensemble des lettres du mot. Pour que l'auto-apprentissage ait lieu, il faudrait donc que l'enfant modifie sa FVA pour pouvoir traiter, à un instant donné, toutes les lettres du mot ensemble. Le modèle prédit ainsi que l'auto-apprentissage de l'orthographe lexicale dépend non seulement des capacités de décodage et d'assemblage phonologiques, mais aussi des capacités de traitement visuo-attentionnel simultané (i.e., des capacités maximales de la FVA).

L'hypothèse selon laquelle la capacité de traitement visuo-attentionnel simultané conditionne l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques, a été défendue par Bosse, Tainturier et Valdois (2007) dans le cadre d'une étude d'enfants dyslexiques. Les résultats indiquent que les facteurs phonologique et visuo-attentionnel contribuent indépendamment aux différentes performances en lecture de ces enfants. De plus, l'EVA prédit une part spécifique de la performance et de la vitesse de lecture des enfants dyslexiques. Dans une autre étude, Bosse et Valdois (2009) ont également montré que l'EVA est corrélée aux connaissances orthographiques et à la vitesse de lecture chez des enfants tout-venant du CP au CM2 (voir aussi Bosse, 2005). Ces différentes recherches mettent en évidence une covariation entre EVA et acquisition des connaissances orthographiques lexicales, aussi bien chez les enfants dyslexiques que normo-lecteurs et cela tout au long de l'apprentissage à l'école élémentaire. Toutefois, elles ne démontrent pas l'existence d'un véritable lien causal entre le traitement visuo-attentionnel simultané et les connaissances orthographiques. Pour la mise en évidence d'un lien causal, 3 types de procédures expérimentales sont possibles. Des études longitudinales peuvent permettre de vérifier si le traitement visuo-attentionnel mesuré précocement prédit les capacités d'auto-apprentissage de l'orthographe lexicale ultérieures. Des études d'entraînement peuvent tester l'efficacité d'un entraînement visuo-attentionnel sur les capacités d'apprentissage de l'orthographe. Enfin, des études manipulant expérimentalement le traitement visuo-attentionnel peuvent déterminer si cette manipulation a un impact sur l'apprentissage de l'orthographe lexicale.

Conformément à l'hypothèse du lien causal, une étude longitudinale a montré que l'empan visuo-attentionnel mesuré précocement prédit une part de variance en lecture (Bosse, Valdois, & Dompnier, 2009) et en dictée de mots (Bosse & Valdois, 2008), indépendamment de la part de variance prédite par les capacités de traitement phonologique. Une étude d'entraînement visuo-attentionnel en cours présente des résultats préliminaires également encourageants. Enfin, une première étude expérimentale manipulant le traitement visuo-attentionnel dans une situation d'auto-apprentissage, fournit des résultats en faveur de l'hypothèse d'un lien causal entre le traitement visuel simultané et l'acquisition des connaissances orthographiques lexicales.

Cette étude (Bosse, Commandeur-Lacôte, & Limbert, 2007) portait sur 48 enfants de CE2 normolecteurs. Ces enfants étaient placés en situation classique d'auto-apprentissage : ils devaient lire à voix haute une série de textes faciles mais contenant chacun un pseudomot (e.g., /mizo/) à orthographe particulière et apparaissant 5 fois. L'orthographe du pseudomot variait d'un enfant à l'autre (e.g., mizzaut vs. mizaud) afin que l'acquisition de connaissances orthographiques ne puisse pas être attribuée à une forme orthographique particulièrement saillante. Après un délai variable (7 jours pour la moitié des pseudomots, 0 jour pour l'autre moitié), la connaissance de l'orthographe des pseudomots rencontrés était testée par une épreuve de choix forcé parmi trois items, le pseudomot cible, un homophone complexe et un homophone simple (e.g., choisir le pseudomot lu parmi mizzaut, mizaud et miso).

Dans cette expérience, la manipulation expérimentale essentielle portait sur la possibilité de traiter visuellement le pseudomot de façon globale pendant la lecture des textes. En effet, pour chaque texte lu, certains mots, dont le pseudomot cible lui-même, étaient masqués en début de lecture par des étiquettes de papier mobiles. Lorsque le regard de l'enfant arrivait au niveau d'une étiquette, il devait la faire coulisser de gauche à droite pour faire apparaître les mots à lire à travers une fenêtre découpée dans l'étiquette de papier. Dans la condition « grande fenêtre », celle-ci était de taille suffisante pour laisser voir en même temps toutes les lettres du pseudomot. Dans la condition « petite fenêtre », la fenêtre était de taille suffisante pour décoder le mot (i.e., elle correspondait à la taille de la plus grande syllabe du pseudo-mot)

mais insuffisante pour montrer toutes les lettres du pseudomot simultanément. Chaque enfant lisait la moitié des textes en condition « grande fenêtre » et l'autre moitié en condition « petite fenêtre ».

La réponse des enfants dans le post-test de choix forcé ne relevait pas du hasard, dans les deux conditions expérimentales (grande fenêtre vs. petite fenêtre) et quel que soit le délai, ils choisissaient plus souvent le pseudomot cible que l'un ou l'autre de ses homophones. Cependant, le pseudomot cible était plus souvent reconnu quand il était lu dans la condition « grande fenêtre » que dans la condition « petite fenêtre ». De plus, cet effet de la condition restait stable quel que soit le délai. Enfin, il n'y avait pas d'effet de la taille de la fenêtre sur la qualité du décodage pendant la phase d'apprentissage. Ces données (Bosse, Commandeur-Lacôte, & Limbert, 2007) sont en concordance avec l'hypothèse d'un rôle du traitement visuo-attentionnel simultané dans la mémorisation de l'orthographe lexicale. Elles suggèrent que les différences d'auto-apprentissage observées entre les conditions «grande fenêtre» et «petite fenêtre» ne sont pas dues à des différences au niveau de la qualité du décodage pendant la phase d'apprentissage, mais bien aux différences de traitement visuel induites par la manipulation expérimentale (voir aussi Bosse & Valdois, en révision). Toutefois, la méthodologie utilisée ne permettait pas de contrôler précisément le temps d'exposition aux pseudomots, ni de mesurer finement leur temps de lecture pendant la phase d'apprentissage. Elle présentait en outre le défaut de ralentir la lecture pendant la phase d'apprentissage, à cause de la manipulation des fenêtres de papier. L'étude présentée dans cet article a pour objectif d'affiner ces premiers résultats, en introduisant une manipulation plus rigoureuse de la présentation des pseudomots. Plusieurs niveaux scolaires sont testés pour étudier l'évolution de l'auto-apprentissage entre 9 et 11 ans.

METHODE

Participants

31 élèves de CE2, 28 élèves de CM1 et 29 élèves de CM2 ont été testés. Tous présentaient une intelligence non verbale normale (score au PM38 supérieur au 10ème percentile) et n'avaient pas de retard important en lecture (test de l'Alouette, Lefavrais, 1965). Les caractéristiques moyennes des participants sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 :

Caractéristiques des participants : moyennes (écarts-types) de l'âge réel et de l'âge de lecture en mois, en fonction du niveau scolaire

	CE2	CM1	CM2
N	31	28	29
Age réel en mois	104 (4)	115 (4)	127 (5)
Age lecture en mois	102 (13)	121 (18)	124 (18)

Matériel

Quatorze paires de pseudo-mots bisyllabiques ont été créées pour cette expérience. Tout d'abord, une liste de 14 phonèmes ou combinaisons de 2 phonèmes a été établie. Chaque élément de cette liste peut s'écrire au moins de trois façons différentes (Tableau 2). Par exemple, /f/ peut s'écrire f comme dans défi, ff comme dans souffle ou ph comme dans éléphant.

Tableau 2 :

Liste des 14 phonèmes ou combinaisons de 2 phonèmes, des deux graphies complexes correspondantes choisies pour la construction des pseudo-mots cibles, et de la graphie simple

	Position dans le mot	Graphie 1	Graphie 2	Graphie simple
/o/	milieu	au	ô	o
/ε/ou /e/	milieu	ai	ei	é
/k/	début	k	qu	c
/k/	fin	que	k	c
/s/	début	c	sc	s
/ẽ/	milieu	ain	ein	in
/ã/	début	han	hen	an
/f/	milieu	ff	ph	f
/r/	fin	re	rt	r
/l/	fin	lle	le	l
/t/	milieu	tt	th	t
/o/	fin	au	eau	o
/ri/	début	rhi	ry	ri
/on/	final	onne	aune	one

Chaque pseudo-mot créé contient 2 éléments de cette liste, un dans chaque syllabe. Ces éléments sont écrits chacun avec une graphie complexe (la graphie simple, apparaîtra seulement dans les items distracteurs de la phase de test). Les pseudo-mots sont ensuite répartis en 2 sets de 14 items. Un même pseudo-mot oral apparaît dans les 2 sets sous des formes écrites différentes. Par exemple, le pseudo-mot /pofu/ contient les éléments complexes /o/ et /f/. Il est écrit pauffou dans le set A et pôphou dans le set B. Les 2 sets de pseudo-mots

sont présentés dans le Tableau 3. Chaque set contient les 28 graphies complexes, et est partagé en 2 sous-sets. Les deux graphies complexes d'un même phonème apparaissent dans des pseudo-mots différents et dans un sous-set différent. Par exemple, dans le set A, la graphie ff apparaît dans pauffou (sous-set 1) et la graphie ph apparaît dans deiphon (sous-set 2).

Tableau 3 :

Ensemble des 28 pseudo-mots répartis en sets et sous-sets

Set A	Set B	Sous-set
pauffou	pôphou	1
baitare	beitart	1
quavonne	kavaune	1
cipulle	scipule	1
daintho	deintto	1
ryteau	rhitau	1
hanlouque	henlouk	1
deiphon	daiffon	2
kaltart	qualtare	2
sciraune	cironne	2
teingule	taingulle	2
bôtti	bauthi	2
rhinak	rynaque	2
henchau	hancheau	2

Procédure

Le paradigme d'auto-apprentissage comprend une phase d'apprentissage pendant laquelle chaque participant lit les 14 pseudo-mots d'un set, et une phase de test pendant laquelle sa connaissance orthographique des pseudo-mots lus précédemment est testée.

Phase d'apprentissage

Chaque participant était affecté aléatoirement à un set (14 CE2, 16 CM1 et 15 CM2 au set A, 17 CE2, 12 CM1 et 14 CM2 au set B). Après une phase de familiarisation avec le matériel

informatique, on annonçait aux participants qu'ils allaient devoir lire des mots qui n'existent pas, le plus vite possible mais sans se tromper. Dix essais d'entraînement étaient effectués avec des pseudomots simples, puis les 14 pseudomots étaient présentés 4 fois chacun dans un ordre aléatoire, soit 56 présentations au total. Le mot apparaissait au centre de l'écran, après un point de fixation de 1 seconde. Chaque enfant voyait les 7 pseudomots d'un sous-set en condition « grande fenêtre » et les 7 pseudomots de l'autre sous-set en condition « petite fenêtre » (voir Figure 1). Parmi les 45 enfants affectés au set A, 9 CE2, 9 CM1 et 6 CM2 ont lus le sous-set 1 en condition « grande fenêtre » et le sous-set 2 en condition « petite fenêtre » (pour les 43 affectés au set B, 8 CE2, 5 CM1 et 7 CM2).

Dans les deux conditions, l'enfant voyait d'abord la première syllabe du mot et avait pour consigne de la lire silencieusement. Lorsqu'il appuyait sur la barre d'espace pour signifier qu'il avait bien lu cette syllabe, soit les deux syllabes lui étaient présentées ensemble (condition « grande fenêtre », Figure 1a), soit la seconde syllabe apparaissait alors que la première était remplacée par un masque (condition « petite fenêtre », Figure 1b). L'enfant devait alors lire à voix haute le pseudomot entier, qui disparaissait dès qu'il commençait à le prononcer. Les erreurs de lecture étaient comptabilisées. Le temps d'apparition de la première syllabe était enregistré et la vitesse de lecture était mesurée par clé vocale à partir de l'apparition de la seconde syllabe.

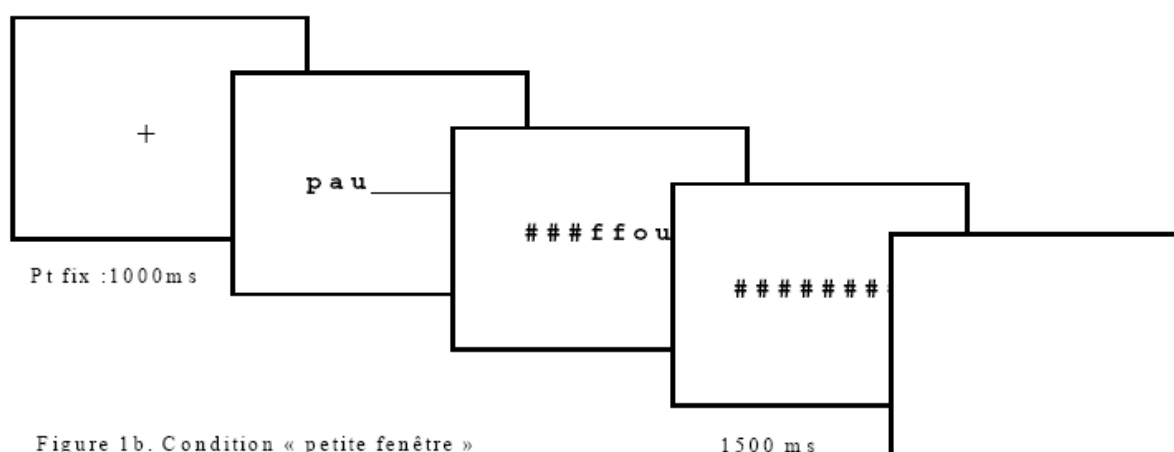
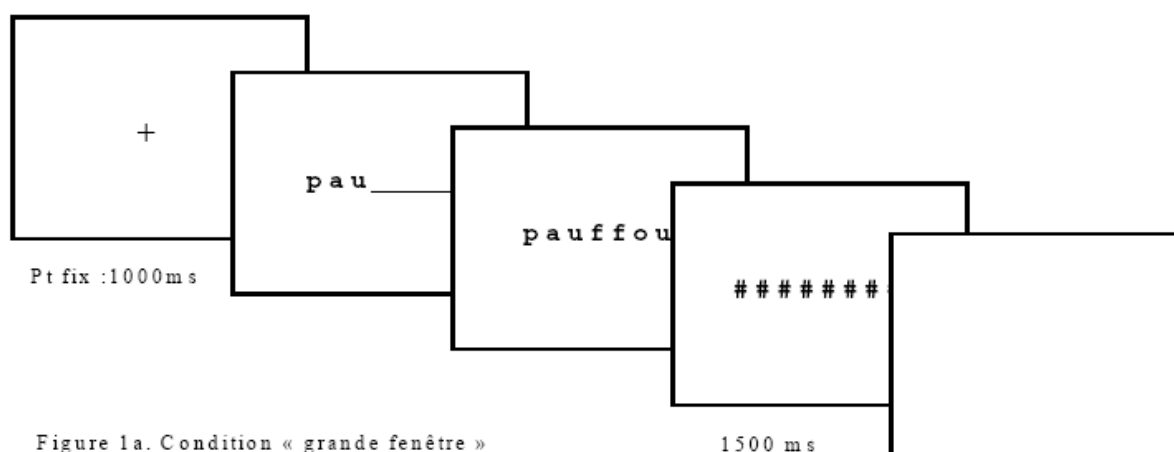


Figure 1 : conditions de présentation des pseudomots lors de la phase d'apprentissage : condition « grande fenêtre » (1a) et condition « petite fenêtre » (1b)

Phase de test

La phase de test se déroulait 7 jours après la phase d'apprentissage. L'acquisition des connaissances orthographiques des pseudomots était mesurée par une épreuve de choix forcé. Les enfants devaient entourer parmi 3 homophones celui qu'ils pensaient avoir lu dans la phase d'apprentissage. Les 3 homophones étaient, pour chaque item, le pseudo-mot du set A, son homophone du set B et un homophone écrit avec les deux graphies simples. Par exemple, les enfants devaient choisir entre pauphou, pôffou ou pofou. Chaque triplet d'homophones était présenté sur une même ligne, les 14 triplets étant imprimés en double interligne sur une page. La position de chaque homophone dans le triplet était aléatoire.

RESULTATS

Les résultats à la tâche de choix forcé sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : pourcentages moyens (écarts-types) des choix faits dans l'épreuve de choix orthographique en fonction du type d'item (cible, homophone complexe de l'autre set, homophone simple), du niveau scolaire (CE2 vs. CM1 vs. CM2) et de la condition « taille de la fenêtre » : petite (P) versus grande (G) ; sur la dernière ligne, détails des analyses de Chi²

	CE2		CM1		CM2	
	G	P	G	P	G	P
Cible	35 (18)	28.6 (24)	40.9 (20)	35.7 (22)	50.3 (22)	41.4 (22)
Homophone complexe	18 (16.5)	23 (15)	23.6 (16.5)	22.1 (17)	25.6 (14)	22.4 (15)
Homophone simple	46.6 (20)	48.4 (28)	26.1 (22)	36.6 (25)	33.7 (21)	42.3 (23)
Chi ² (ddl)	26.1 (2)	23.1 (2)	6.9 (2)	12.8 (2)	26.3 (2)	12.1 (2)
p	<.0001	<.0001	<.05	<.01	<.0001	<.01

Un test de Chi² effectué pour chaque condition (G pour « grande fenêtre » et P pour « petite fenêtre ») et chaque niveau scolaire montre que les choix opérés par les participants ne relèvent pas du hasard (Tableau 4, dernière ligne). En fait, il semble que les enfants n'ayant pas mémorisé l'orthographe du pseudomot portent leur choix surtout sur l'homophone simple,

et peu sur l'autre homophone complexe. Une ANOVA croisant le niveau scolaire (VI inter, 3 modalités CE2, CM1 et CM2) et la condition de présentation (VI intra, 2 modalités G et P) a été effectuée sur le nombre d'items cibles choisis. Les résultats révèlent un effet principal du niveau scolaire ($F(2, 85) = 4.9, p < .01$). Comme on pouvait s'y attendre, les élèves les plus avancés dans le cursus semblent avoir mémorisé l'orthographe d'un plus grand nombre de pseudomots. L'effet principal de la condition de présentation est également significatif ($F(2, 85) = 5.9, p < .05$). Les pseudomots cibles ont donc été plus souvent reconnus lorsqu'ils ont été lus dans la condition « grande fenêtre » que dans la condition « petite fenêtre » (en moyenne 41.9% vs. 35% de choix correct). L'effet d'interaction entre le niveau scolaire et la condition de présentation n'est pas significatif ($F(2, 85) < 1$), suggérant que l'effet de la condition expérimentale est le même quel que soit le niveau scolaire. Ces résultats sont en accord avec l'hypothèse selon laquelle, lorsque l'enfant a la possibilité de traiter simultanément toutes les lettres du mot nouveau qu'il lit, il retient mieux à long terme l'orthographe de ce mot.

Il était important de vérifier que les différences d'auto-apprentissage observées entre les conditions « taille de la fenêtre » n'étaient pas dues à des différences de qualité du décodage phonologique pendant la phase d'apprentissage. En fait, le pourcentage de pseudomots correctement décodés lors de la phase d'entraînement est élevé (90 % pour la modalité globale et 89 % pour la modalité partielle) et équivalent quelle que soit la modalité de présentation ($F(1, 85) = 1.9, p = .16$) et quel que soit le niveau scolaire ($F(2, 85) < 1$). Le temps de présentation de la première syllabe, contrôlé par le sujet qui devait la lire en silence, est le même quelle que soit la condition de présentation ($F(1, 85) < 1$) mais diffère en fonction du niveau scolaire ($F(2, 85) = 9.6, p < .001$). Aucun effet d'interaction n'est observé ($F(1, 85) < 1$). Le temps écoulé entre le début de l'apparition de la deuxième syllabe et le début de la lecture à haute voix de l'enfant, a également été mesuré pendant la phase d'apprentissage. Aucun effet du niveau scolaire n'est présent sur cette mesure ($F(2, 85) = 1.4, \text{NS}$). Cependant, nous observons une différence de temps entre les deux conditions de présentation ($F(1, 85) = 6.5, p < .05$), avec un temps supplémentaire moyen de 23ms pour la condition « petite fenêtre ». Il n'y a pas d'effet d'interaction ($F(1, 85) < 1$).

Malgré le fait qu'aucune différence dans la précision du décodage ne soit observée entre les conditions, la différence de vitesse de lecture entre les conditions de présentation pourrait être interprétée comme une différence dans la qualité du décodage, et donc comme la seule cause directe des différences observées en auto-apprentissage entre les conditions. Nous avons voulu tester cette hypothèse en procédant à une analyse de régression multiple sur l'auto-apprentissage (i.e., le nombre de pseudomots reconnus). Les 3 variables indépendantes entrées dans l'analyse (niveau scolaire, condition de présentation et vitesse de lecture) expliquent au total 12% de la variance en auto-apprentissage ($F(3, 172) = 7.5, p < .0001$). Une fois prises en compte les parts de variance expliquées par la vitesse de lecture et le niveau scolaire, la condition de présentation explique toujours une part significative (3%, $p < .05$) de la variance en connaissances orthographiques. Si la vitesse de lecture est entrée en dernier dans l'analyse, elle explique elle aussi une part significative (3%, $p < .05$) de la variance. En conclusion, la vitesse de lecture et la condition de présentation, si elles ont toutes les deux une influence sur l'auto-apprentissage des mots lus, ne peuvent cependant pas être des facteurs confondus dans notre expérience. Ces résultats confirment le rôle particulier de la modalité de présentation visuelle du mot dans la mémorisation de son orthographe. Ce rôle semble indépendant du rôle du décodage ou de la vitesse de lecture.

CONCLUSION

L'ensemble de la littérature concernant l'acquisition de l'orthographe lexicale a montré l'importance de la lecture, et en particulier de la qualité du décodage, pour bien mémoriser l'orthographe des mots lus : l'enfant mémorise mieux l'orthographe d'un mot nouveau s'il l'a correctement décodé. Ceci rappelle, si besoin était, le rôle primordial de l'apprentissage des correspondances grapho-phonémiques. Ces premiers apprentissages sont essentiels non seulement pour l'acquisition de la lecture-décodage, mais aussi pour la construction progressive d'un stock de connaissances orthographiques lexicales indispensables pour lire vite et écrire correctement.

Cependant, la qualité du décodage n'explique pas toute la variabilité observée en matière d'acquisitions lexicales orthographiques. L'étude présentée dans cet article a mis en évidence le rôle de la condition de présentation visuelle du mot dans cette acquisition : l'enfant mémorise mieux l'orthographe d'un mot nouveau s'il a vu simultanément l'ensemble des lettres de ce mot. En outre, les analyses montrent que l'effet de la condition de présentation du mot (permettant ou non le traitement visuel simultané) sur l'acquisition de l'orthographe lexicale n'est pas dû à une différence de qualité ou de vitesse de décodage des mots traités. Ces résultats confirment l'influence de facteurs « visuels-orthographiques » (Cunningham et al., 2002 ; Martens & de Jong, 2006 ; Share, 2008), indépendants des facteurs phonologiques ou de qualité du décodage, sur l'auto-apprentissage de l'orthographe lexicale. Le traitement visuel simultané de l'ensemble des lettres du mot lu semble bien faire partie de ces facteurs « visuels-orthographiques », importants pour la mémorisation de l'orthographe lexicale.

Mais que signifie vraiment traitement visuel simultané ? Notre expérience ne permet pas de déterminer directement quelles composantes cognitives sous-jacentes sont impliquées dans ce traitement. Elle suggère simplement qu'il est important, pour la mémorisation de l'orthographe des mots lus, de pouvoir effectuer, à un moment donné, une prise d'information visuelle simultanée de toutes les lettres du mot. En fait, plusieurs composantes cognitives semblent impliquées dans le traitement visuel simultané. Sperling (1960), le premier, a étudié ce type de traitement à travers des épreuves de report de suites de lettres présentées brièvement. Dans ces épreuves, plusieurs éléments sont présentés simultanément pendant un temps très court et le sujet doit identifier le maximum d'éléments. Plusieurs modèles ont été proposés pour décrire ce type de traitement visuel (e.g., Averbach & Sperling, 1968). Bundesen (1990, 1998) a élaboré et testé un modèle de l'attention visuelle qui rend compte de l'ensemble des résultats observés dans ce type d'épreuves. Selon ce modèle, les performances observées dans une situation de traitement visuel simultané d'un ensemble de lettres, dépendent de plusieurs paramètres, principalement : la vitesse du traitement visuel, la capacité de stockage de la mémoire visuelle à court terme et la répartition de l'attention visuelle sur les différents éléments. La capacité de stockage de la mémoire visuelle à court terme est limitée. La vitesse de traitement visuel peut être affectée par la discriminabilité des différents éléments ainsi que par la qualité de leurs représentations en mémoire à long terme. La répartition de l'attention sur les différents éléments peut être uniforme ou pas. Une étude de Dubois et ses collaborateurs (Dubois, Kyllingsbaek, Prado, Musca, Peiffer, Lassus, & Valdois, sous presse) démontre qu'un échec du traitement visuel simultané observé chez un dyslexique, peut être sous-tendu par au moins deux types de déficit cognitif : une vitesse de traitement visuel particulièrement faible et/ou de faibles capacités de mémoire à court terme visuelle.

Dans notre expérience, on peut considérer que la condition de présentation « petite fenêtre » a artificiellement empêché le processus de traitement visuel simultané de se dérouler. Cette condition a peut-être ralenti la vitesse de traitement visuel de la seconde syllabe, perturbé par la disparition de la première syllabe. En tout cas, cette condition de présentation a empêché toute répartition uniforme de l'attention visuelle sur l'ensemble du mot puisque les deux syllabes ont forcément été traitées séquentiellement. Par conséquent, la présence simultanée des deux syllabes en mémoire visuelle à court terme a forcément été perturbée, voire impossible, même si la capacité de la mémoire visuelle à court terme n'est pas en cause. Il semble que la présence simultanée de toutes les lettres du mot lu en mémoire à court terme visuelle soit une condition importante à la mémorisation de l'orthographe lexicale.

Les résultats de notre expérience révèlent que la condition de présentation « petite fenêtre » a également provoqué un ralentissement de la lecture à voix haute du mot, sans avoir d'impact sur la qualité du décodage. L'analyse de régression multiple a montré que la vitesse de lecture ne pouvait expliquer à elle seule les différences observées en auto-apprentissage entre les conditions de présentation des mots, puisque chacune de ces variables expliquait une part propre de la variance en auto-apprentissage. Le ralentissement de la vitesse de lecture en condition « petite fenêtre » ne peut donc pas être interprété en référence au traitement visuel simultané, comme a été interprété l'effet de la condition de présentation. Nous pensons que la lecture en condition « petite fenêtre » a été ralentie car elle sollicite la mémoire de travail verbale de façon plus importante. En effet, dans cette condition, il fallait garder en mémoire la forme orale de la première syllabe après sa disparition, puis assembler cette syllabe avec la seconde avant de prononcer le mot. Dans la condition « grande fenêtre », par contre, la première syllabe pouvait être traitée de nouveau à l'apparition de la seconde syllabe, et dans ce cas le travail en mémoire verbale n'était pas nécessaire. Cette interprétation est conforme à l'hypothèse selon laquelle la mémoire verbale est impliquée dans l'auto-apprentissage (Share, 1999).

La question est maintenant d'expliquer pourquoi certains enfants, qui décodent correctement, n'arrivent pas à mémoriser l'orthographe lexicale des mots qu'ils lisent alors que d'autres, de même niveau de lecture, semblent le faire sans effort. Selon notre interprétation, lorsque la qualité du décodage ou les capacités de mémoire de travail verbale ne sont pas en cause, il est possible que le problème puisse venir d'une difficulté à traiter visuellement l'ensemble du mot de façon simultanée (voir aussi Bosse et al., 2007). Cette difficulté pourrait résulter d'une vitesse de traitement des lettres trop faible, d'une faible capacité de stockage en mémoire visuelle à court terme (Dubois et al., sous presse) et/ou d'une difficulté à répartir son attention de façon uniforme sur l'ensemble des lettres. Dans tous les cas, la conséquence serait une difficulté à disposer en même temps de toutes les lettres du mot en mémoire visuelle. Comme le prédit le modèle MTM (Ans et al., 1998), le problème de mémorisation de l'orthographe lexicale résulterait alors de la difficulté à disposer simultanément de l'information orale et de l'information visuelle complètes (Valdois et al., 2004). Des recherches étudiant directement l'importance de cette simultanéité du traitement visuel et phonologique sur d'auto-apprentissage de l'orthographe sont maintenant nécessaires pour confirmer cette interprétation.

Si le traitement visuel simultané de l'ensemble des lettres du mot a son importance pour la mémorisation de l'orthographe lexicale, il n'explique pas l'ensemble de la variabilité observée en matière d'acquisition orthographique. Il reste encore sans doute de nombreux autres facteurs totalement ignorés aujourd'hui. En effet, nos connaissances sur les mécanismes d'acquisition des connaissances orthographiques lexicales sont très partielles et beaucoup de questions restent en suspens. Par exemple, quels peuvent être les liens entre nos

connaissances orthographiques lexicales et notre sensibilité aux régularités graphotactiques (Pacton et al., 2008) ? Un enfant particulièrement sensible à ces régularités aura-t-il plus de facilité à mémoriser l'orthographe ? L'acquisition des connaissances orthographiques lexicales n'est-elle pas favorisée par la production écrite du mot ou par sa copie (Shahar-Yames & Share, 2008) ? Dans ce cas, la dextérité en écriture manuelle peut-elle avoir un impact ? Ces questions, parmi d'autres, ouvrent de nombreuses perspectives de recherche, indispensables pour mieux comprendre les difficultés d'acquisition de l'orthographe lexicale qui perturbent et parfois handicapent fortement la scolarité de certains enfants.

BIBLIOGRAPHIE

Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multi-trace memory model of polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105, 678-723.

Averbach, E., & Sperling, G. (1968). Short term storage of information in vision. In R. N. Haber (Ed.), *Contemporary theory and research in visual perception* (pp. 196-211). New York: Holt, Rinehart & Winston.

Bosse, M.-L. (2005). De la relation entre acquisition de l'orthographe lexicale et traitement visuo-attentionnel chez l'enfant. *Rééducation orthophonique*, 222, 9-30.

Bosse, M.-L., Commandeur-Lacôte, P., & Limbert, L. (2007). La mémorisation de l'orthographe d'un mot lu en fonction du traitement visuel pendant la lecture. *Psychologie et Education*, 1, 47-58.

Bosse, M.-L., Tainturier, M.-J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: the Visual Attention Span hypothesis. *Cognition*, 104, 198-230.

Bosse, M.-L., & Valdois, S. (2008). Orthographic acquisition depends on early visual attention span : a longitudinal study. Paper presented at the 7th BDA International Conference, Harrogate (UK), 27-29th March.

Bosse, M.-L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32, 230-253.

Bosse, M.-L., & Valdois, S. (en révision). Orthographic learning during reading: the role of whole-word visual processing.

Bosse, M.-L., Valdois, S., & Dompnier, B. (2009). Acquisition du langage écrit et empan visuo-attentionnel: Une étude longitudinale. In N. Marec-Breton, A.-S. Besse, F. de la Haye, N. Bonneton-Botté & E. Bonjour (Eds.), *L'apprentissage de la langue écrite, approche cognitive* (pp. 167-178). Rennes: PUR, Presses Universitaires de Rennes.

Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97, 523-547.

Bundesen, C. (1998). Visual selective attention: Outlines of a choice model, a race model and a computational theory. *Visual Cognition*, 5, 287-309.

- Castles, A., & Nation, K. (2006). How does orthographic learning happen? In S. Andrews (Ed.), *From inkmarks to ideas: Challenges and controversies about word recognition and reading*. London: Psychology Press.
- Castles, A., & Nation, K. (2008). Learning to be a good orthographic reader. *Journal of Research in Reading*, 31, 1-7.
- Cunningham, A. E. (2006). Accounting for children's orthographic learning while reading text: Do children self-teach? *Journal of Experimental Child Psychology*, 95, 56-77.
- Cunningham, A. E., Perry, K. E., Stanovich, K. E., & Share, D. L. (2002). Orthographic learning during reading: Examining the role of the self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 185-199.
- Dubois, M., Kyllingsbaek, S., Prado, C., Musca, S., Peiffer, E., Lassus, D., & Valdois, S. (sous presse). Fractionating the multi-character processing deficit in developmental dyslexia : Evidence from two case studies. *Cortex*.
- Ehri, L. C. (2005). Learning to read words: Theory, findings, and issues. *Scientific Studies of Reading*, 9, 167-188.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. Patterson, J. Marshall & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia: Neuropsychological and cognitive studies of phonological reading* (pp. 301-330). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kyte, C. S., & Johnson, C. J. (2006). The role of phonological recoding in orthographic learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2006, 166-185.
- Lefavrais, P. (1965). *Test de l'Alouette*. Paris: Editions du centre de psychologie appliquée.
- Martens, V. E. G., & de Jong, P. F. (2006). The effect of visual word features on the acquisition of orthographic knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 337-356.
- Mayall, K., Humphreys, G. W., & Olson, A. (1997). Disruption to word or letter processing? The origins of case-mixing effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23(5), 1275-1286.
- Nation, K., Angell, P., & Castles, A. (2007). Orthographic learning via self-teaching in children learning to read English: Effects of exposure, durability, and context. *Journal of experimental child psychology*, 96, 71-84.
- Pacton, S., & Casalis, S. (2006). L'utilisation d'informations morphologiques en orthographe rend-elle le cauchemar (d?) des lettres muettes moins cauchemardesque ? *Rééducation orthophonique*, 225, 129-144.
- Pacton, S., Fayol, M., & Lété, B. (2008). L'intégration des connaissances lexicales et infralexicales dans l'apprentissage du lexique orthographique. *ANAE: Approches Neuropsychologiques des Acquisitions de l'Enfant*, 96-97, 213-219.
- Shahar-Yames, D., & Share, D. L. (2008). Spelling as a self-teaching mechanism in orthographic learning. *Journal of research in Reading*.

- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55, 151-218.
- Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 95-129.
- Share, D. L. (2004). Orthographic learning at a glance: on the time course and developmental onset of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 267-298.
- Share, D. L. (2008). Orthographic learning, phonological recoding, and self-teaching. *Advances in Child Development and Behavior*, 36, 31-82.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs : General and Applied*, 74, 1-29.
- Stanovich, K. E. (1993). The language code: Issues in word recognition. In S. R. Yussen & M. C. Smith (Eds.), *Reading across the life span* (pp. 111-135). New York: Springer-Verlag.
- Valdois, S., Bosse, M.-L., Ans, B., Carbonnel, S., Zorman, M., David, D., & Pellat, J. (2003). Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia: Evidence from two case studies. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 16, 541-572.
- Valdois, S., Bosse, M.-L., & Tainturier, M.-J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attention disorder. *Dyslexia*, 10, 1-25.
- Véronis, J. (1988). From sound to spelling in French: Simulation on a computer. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 8, 315-334.